

氏 名	遠 藤 徹
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 5242 号
学位授与年月日	平成 20 年 9 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者
学 位 論 文 名	閉鎖性海域における溶存酸素環境の改善手法とその評価に関する研究
論文審査委員	主 査 准教授 重 松 孝 昌 副主査 教 授 角 野 昇 八 副主査 教 授 矢 持 進 副主査 教 授 辻 本 剛 三

論 文 内 容 の 要 旨

背後に大都市を抱える閉鎖性海域では、富栄養化にともなう水質の悪化が著しい。特に、港湾海域のように高度な空間の有効利用が求められる海域の溶存酸素環境は、夏季の底層貧酸素化によって劣悪な状況にある。近年、このような閉鎖性海域の水質を改善するために、さまざまな技術開発が盛んに行われているが、空間の有効利用を損なうことなく適切な技術を適用することが重要である。このような背景のもと、本論文では、修復技術のひとつとして直立消波構造物に鉛直混合機能を付加した鉛直循環流誘起堤体に着目し、それによる底層溶存酸素環境の改善効果を、①誘起流による海域の混合効果、②気液界面における酸素の取り込み効果、③底質による酸素消費特性、の観点から評価することを目的とした。論文は、全 6 章で構成されている。

第 1 章では、序論として本研究の背景と目的を述べた。人間活動が沿岸海域に及ぼす影響を整理することによって、閉鎖性海域に顕在する貧酸素化発生メカニズムを論じたうえで、高度な人工利用が必要とされる閉鎖性海域の溶存酸素環境の改善手法を抽出した。

第 2 章では、室内実験によって均一密度場における堤体誘起流の混合効果について検討した。実験では、本堤体の流動特性に及ぼすスケール効果と潮位変動による影響について明らかにした。

第 3 章では、塩分成層場による室内実験を実施して、密度成層場における堤体誘起流による海域の混合効果について評価した。実験では、堤体近傍における速度場、染料の拡散過程および密度の時空間変化を測定することによって、底層の高密度水塊へ供給された低密度水塊の挙動について明らかにした。

第 4 章では、酸素の取り込み効果を明らかにするために、鉛直循環流誘起堤体の曝気能について定量的な評価を行った。水理実験によって気液界面を介した酸素の溶解速度を表す指標である物質移動係数 K_L を定量的に評価するとともに、既往の研究で求められた消波構造物（スリット堤・捨石堤）の曝気能と相対比較を行った。さらに、堤体の消波特性と曝気特性との関係から、曝気能に及ぼすスケール効果について検討した。

第 5 章では、貧酸素化した海域における底質の酸素消費速度を測定するために、人為的にチャンバー内の溶存酸素濃度を回復させることのできるチャンバー装置を製作し、酸素消費測定法を提案した。その後、貧酸素化した海域で現地調査を実施して、貧酸素化した海域に酸素供給した場合の底質の酸素消費特性を明らかにした。

第 6 章では、本論文で得られた結果をまとめるとともに、今後の展望について述べた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

2004 年から毎年 8 月上旬に実施されている大阪湾再生水質一斉調査の結果によれば、港湾海域のような人工的に創出された閉鎖性海域では、底層の溶存酸素濃度が著しく低い貧酸素状態にあり、港湾海域外の溶存酸素濃度よりも低いことが明らかになってきた。このことは、港湾海域の底層の水質が湾中央部の水質に影響を及ぼしており、その改善が不可欠であることを示唆している。

本論文の著者は、夏季の港湾海域の底層貧酸素化現象に着目し、貧酸素水が発現するメカニズムを

整理したうえで、その発現を抑制・解消するために定量的に評価しなければならない環境要因として、表層から底層への鉛直循環流量、気液界面における酸素溶解量、水底における酸素消費量、を挙げている。さらに、港湾海域における貧酸素化抑制技術として鉛直循環流誘起堤体が有効であることを提案し、上記の環境要因に対する同堤体が有する機能の評価を行っている。

論文では、まず、水理実験の結果より、波浪エネルギーを利用する鉛直循環流誘起堤体の鉛直循環流誘起機能を波浪条件と関連づける評価式を見出すとともに、潮位変動や密度成層場が鉛直循環流量や流動規模に及ぼす影響についても明らかにしている。次いで、本堤体による気液界面を介した酸素溶解量を評価するために、酸素溶解速度を表す指標である物質移動係数を実験により定量的に評価し、実験規模による影響を考慮してその定式化を行っている。その上で、実海域における貧酸素化抑制の効果を検討するために不可欠で、かつ、これまで未解明であった港湾海域における海底堆積物による酸素消費速度を、現地実験により明らかにし、その定式化を行っている。同時に、気液界面を介した酸素溶解速度と海底堆積物による酸素消費速度はほぼ同じオーダーを有していることも明らかにし、鉛直循環流誘起堤体が港湾海域の貧酸素化抑制に有効であることを示している。

以上のように、本論文は、人工的に創出された閉鎖性海域の劣化した水環境を改善する手法およびその評価に関する有用な知見を得ており、これらの研究成果は海岸工学や環境工学の発展に寄与するところが多い。よって、本論文の著者は、博士(工学)の学位を受ける資格を有するものと認める。